

Что касается территории Беларуси, то количество осадков колеблется в более широких пределах, чем это было принято считать ранее. Наиболее влажным местом является район горы Дзержинская, где выпадает в среднем около 783 мм атмосферных осадков в год. Самое сухое место страны – крайняя южная точка в Брагинском районе Гомельской области, где расчетная величина среднегодового количества осадков составляет 585 мм.

Литература

1. Хромов, С.П. Метеорология и климатология для географических факультетов. – Л., 1958.
2. Леонович, И.И. Дорожная климатология. – Мн., 1994.
3. Строительная климатология: справочное пособие к СНиП. – М.: Стройиздат, 1990.

Климатические факторы в системе водно-теплового режима дорожных конструкций

Лесоцкий В.А.

Белорусский национальный технический университет

Введение

Водно-тепловой режим – это закономерное изменение влажности и температуры в различных точках земляного полотна в течение года. Изменения влажности и температуры в земляном полотне тесно связаны между собой, а поэтому рассматриваются комплексно в виде водно-теплового режима.

Климатические факторы в системе водно-теплового режима дорожных конструкций

Водно-тепловой режим земляного полотна и окружающей местности имеют тесную связь, но и определенное отличие, которое заключается в том, что теплопроводность и теплоемкость покрытий и поверхности грунта за пределами дороги неодинаковы; структуры грунта земляного полотна и грунта окружающей местности разные. В процессе эксплуатации дороги вода и снег систематически удаляются с покрытия, а на окружающей местности задерживаются продолжительное время. Отличие водно-теплового режима дорожной конструкции и окружающей местности также во многом зависит от технологии возведения земляного полотна, источников получения грунта и типа машин, выполняющих строительство.

При строительстве земляного полотна из боковых резервов, привозного грунта происходит нарушение структуры грунта, в то время, как местный грунт разрушению не подвергается. В земляном полотне под действием уплотняющих средств, под воздействием движущегося транспорта создается специфический водно-тепловой режим, под влиянием которого формируется новое равновесное состояние грунта, а влажность, температура и плотность грунта колеблются в определенных пределах и подчиняются циклическому закону в течение года.

Воздействие природных факторов на дорогу

Транспортные средства воздействуют на дорогу обычно одновременно с факторами, зависящими от природно-климатических условий (водой, температурой, ветром, солнечной радиацией).

Закономерные изменения в течение года влажности и температуры в придорожном слое воздуха, в слоях одежды и грунте земляного полотна, свойственные данной дорожно-климатической зоне и местным гидрогеологическим условиям, называют водно-тепловым режимом дорожной конструкции.

От основных характеристик водно-теплого режима земляного полотна и дорожных одежд зависят прочность и морозоустойчивость дорожной конструкции, обуславливающие ту или иную степень ровности проезжей части.

В годовом цикле изменения водно-теплого режима земляного полотна выделяют четыре характерных периода: первоначальное накопление влаги осенью; промерзание, перераспределение и накопление влаги в земляном полотне зимой; оттаивание земляного полотна и переувлажнение грунта весной; просыхание земляного полотна летом.

Осенью (сентябрь — ноябрь) под воздействием потока влаги от затяжных атмосферных осадков, проникающих в дорожную конструкцию, и в результате подъема уровня подземных вод грунт значительно увлажняется и перед началом промерзания во II дорожно-климатической зоне осенняя влажность его нередко достигает $0,71 \text{ ГТ}$ (W_{-} — влажность на пределе текучести грунта). Увеличение влажности сопровождается некоторым разуплотнением грунта.

Зимой в процессе промерзания земляного полотна, обуславливающего приток влаги от уровня подземных вод к фронту промерзания, происходит дальнейшее увлажнение и разуплотнение грунта. Однако ввиду того что грунт и слои дорожной одежды находятся в замерзшем состоянии, прочностные характеристики дорожной конструкции и отдельных ее слоев достаточно велики.

Весной в начале оттаивания земляного полотна грунт наиболее увлажнен и разуплотнен ($U^{(0,85-M,0)} \text{ WT} \setminus K_{пл}=0,85$). Увеличение инсоляции и

нагрева поверхности дороги солнцем весной вызывают поток тепла в конструкцию, который приводит к просыханию и уплотнению верхних слоев земляного полотна. Чем больше влажность талого грунта, тем меньше его плотность, а также деформационные (модуль упругости E_u) и прочностные характеристики (угол внутреннего трения φ ; сцепление c). Наименьшие значения E_u , φ и c наблюдаются обычно в апреле-мае. В это время дорожная конструкция обладает наименьшей прочностью.

Летом (июль-август) интенсивно просыхает земляное полотно. Влажность грунта уменьшается приблизительно до $0,5W_T$, что для легкого пылеватого суглинка близко к оптимальной влажности. Летом грунт находится в наиболее уплотненном и прочном состоянии.

Дорожная одежда и земляное полотно (рис. 2.14) должны быть запроектированы таким образом, что даже весной, т. е. в самый неблагоприятный для службы дорог период расчетного года, обеспечивалась требуемая по условиям движения прочность конструкции ($K_{пр} > 1,0$) и наряду с этим она обладала необходимой морозоустойчивостью (наибольшее зимнее поднятие — пучение поверхности покрытия примерно равно 40 мм).

Основные источники увлажнения дорожной конструкции (рис. 2.15): атмосферные осадки, просачивающиеся через трещины в покрытии, обочины (особенно в местах сопряжения с проезжей частью); вода, застаивающаяся на поверхности полотна, в боковых резервах и кюветах вследствие затрудненного поверхностного стока и увлажняющая грунт земляного полотна в процессе молекулярного и капиллярного передвижения; подземная вода, поднимающаяся по капиллярам, особенно при промерзании конструкции, близком к поверхности дороги залегании подземных вод; парообразная вода, перемещающаяся от теплых слоев к более холодным. Зимой при промерзании конструкции вода может передвигаться снизу вверх и концентрироваться у фронта промерзания, повышая влажность грунта.

Влажность грунта земляного полотна, полученная в результате непосредственных наблюдений за водно-тепловым режимом земляного полотна на эксплуатируемых дорогах.

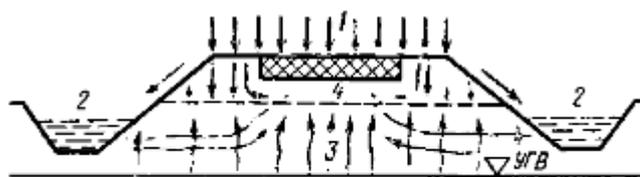


Рис. 2.15. Схема источников увлажнения дорожной конструкции:
1 — атмосферные осадки; 2 — вода в канавах; 3 — подземная вода; 4 — песчаное основание

Прогнозирование пучинообразования на автомобильных дорогах

Как было изложено выше, в земляном полотне автомобильных дорог протекают сложные водно-тепловые процессы. В результате в различных точках грунтового массива меняется количество влаги, состояние воды, а вместе с тем, – прочность и несущая способность дороги. Одним из наиболее ощутимых проявлений водно-тепловых процессов являются пучины (рис. 9). Пучины – следствие промерзания грунта и миграции влаги из нижних слоев в зону активного охлаждения. На интенсивность пучинообразования влияют скорость промерзания грунта активного слоя и интенсивность поступления влаги.

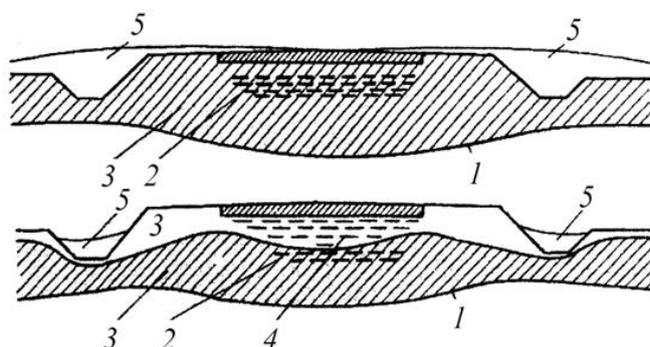


Рис. 9. Образование донника: а – промерзание грунта под проезжей частью; б – оттаивание грунта весной. 1 – граница промерзания; 2 – ледяные линзы; 3 – мерзлый грунт; 4 – оттаявший сильно переувлажненный грунт; 5 – снег

При больших морозах грунты промерзают медленно, имеется достаточно времени для подтока воды, в связи с этим идет интенсивное образование ледяных линз. При сильных морозах происходит быстрое промерзание грунта и вода не успевает перераспределиться, поэтому ледяные линзы не образуются.

Для условий Беларуси средняя скорость промерзания грунтов составляет 1,3–2,1 см/сут, а оттаивания – 2,3–4,0 см/сут и зависит от типа грунта и степени его уплотнения. Так, песчаные грунты обладают малой поверхностной энергией. Они промерзают без образования ледяных линз. Пылеватые грунты обладают значительной поверхностной энергией и небольшим сопротивлением подъему воды, поэтому в них происходит интенсивное накопление влаги с образованием ледяных линз при промерзании. Глинистые грунты обладают огромной поверхностной энергией и большим сопротивлением перемещению воды в порах, поэтому скорость перемещения в них небольшая. При отрицательных температурах они не успевают промерзнуть быстрее, чем вода поднимается в активную зону.

В зависимости от мощности и характера увлажнения Н. А. Пузаковым для трех типов местности по степени и характеру увлажнения предложены

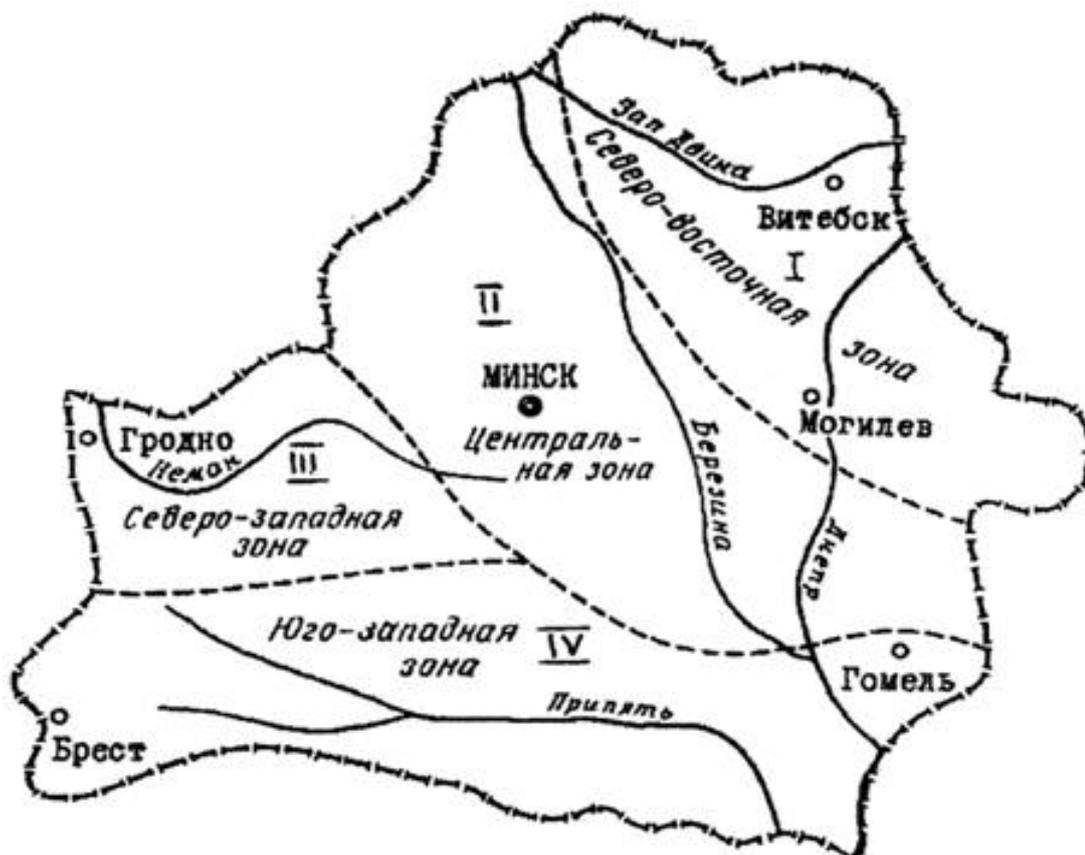
формулы, необходимые при контроле водно-теплового режима земляного полотна. Так, для третьего типа местности по характеру и степени увлажнения, как наиболее опасной с точки зрения пучения, величина морозного пучения

I-я зона (Северо-Восточная) характеризуется продолжительной зимой около 120 сут, устойчивым снежным покровом, стоящим 100–120 дней. Оттепелей сравнительно мало. Промерзание грунта начинается в конце октября – начале ноября, а оттаивание – в конце марта – начале апреля. Средняя многолетняя отрицательная температура воздуха – 7 оС–8 оС. Количество осадков – примерно 600 мм.

II-я зона (Центральная) – продолжительность зимы около 100 сут. Снежный покров держится от 80 до 100 дней. Начало промерзания – ноябрь, а оттаивания – начало апреля. Средняя многолетняя отрицательная температура воздуха – 6 оС–7 оС. Количество осадков – около 650 мм.

III-я зона (Северо-Западная) – продолжительность зимы около 80 сут со значительным количеством оттепелей и осадками 700 мм. Средняя многолетняя отрицательная температура воздуха – 5 оС–6 оС.

IV-я зона (Юго-Западная) характеризуется большим количеством дней оттепелей, один раз за 10 лет снежный покров не устанавливается. Продолжительность зимы – около 60 дней. Средняя отрицательная температура воздуха – около 4,5 оС. Осадков выпадает примерно 500 мм.



Выводы

Глубина промерзания грунта – один из главных факторов водно-теплового режима земляного полотна, которая оказывает большое влияние на распределение и передвижение влаги, изменение фазового состава грунта, высоту насыпи и др.

Одним из наиболее ощутимых проявлений водно-тепловых процессов является образование пучин, как следствие промерзания грунта и миграции влаги из нижних слоев в зону активного охлаждения. Интенсивность пучинообразования зависит от скорости промерзания грунта и скорости подтока влаги. Большое влияние на миграцию влаги в зону отрицательных температур оказывают тип грунта и степень его уплотнения. К высокопучинистым грунтам относятся пылеватые грунты. Пучинообразование произойдет в том случае, когда в наличии будут три фактора: пучинистый (пылеватый или мелкозернистый) грунт, влажность и отрицательная температура (промерзание грунта).

Заключение

На основании изучения физической сущности и условий образования пучин авторами разработана методика определения величины морозного пучения на период заданной обеспеченности и произведено районирование территории Беларуси на четыре зоны по условиям пучинообразования.

Литература

1. Леонович, И. И. Прогнозирование пучинообразования автомобильных дорог Беларуси / И. И. Леонович, Н. П. Вырко // Сб. «Вопросы эксплуатации автомобильных дорог и мостов». – М.: Транспорт, 1970. – С. 10–17.
2. Определение глубины промерзания грунтов для целей фундаментостроения: сб. науч. тр. / НИИ оснований и фундаментов / Г. И. Лапкин. – М.: Тр. НИИ оснований и фундаментов, 1955. – Вып. 26. – С. 36–43.
3. Бируля, А. К. Проектирование автомобильных дорог: учебник для студ. вузов специальности «Автомобильные дороги» / А. К. Бируля. – М.: Науч.-техн. изд-во Мин-ва автотранспорта и шос. дорог РСФСР, 1961. – Ч. 1. – 499 с.
4. Леонович, И. И. Механика земляного полотна / И. И. Леонович, Н. П. Вырко. – Минск: Наука и техника, 1975. – 232 с.
5. Водно-тепловой режим земляного полотна и дорожных одежд / Под ред. И. А. Золотаря, Н. А. Пузакова, В. М. Сиденко. – М.: Транспорт, 1971. – 413 с.